



TITLE:

INTEGRATED IMPACT ASSESSMENT OF  
CLIMATE CHANGE ON HYDROLOGY OF THE  
XEDONE RIVER BASIN, LAO PDR( Abstract\_要  
旨 )

AUTHOR(S):

Bounhieng, Vilaysane

---

CITATION:

Bounhieng, Vilaysane. INTEGRATED IMPACT ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE ON  
HYDROLOGY OF THE XEDONE RIVER BASIN, LAO PDR. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-01-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19409>

RIGHT:

許諾条件により要旨は2016-02-01に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	Bounhieng Vilaysane
論文題目	INTEGRATED IMPACT ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE ON HYDROLOGY OF THE XEDONE RIVER BASIN, LAO PDR（ラオス国セドン川における水文への気候変化の影響に関する統合的評価手法に関する研究）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、ラオス国のセドン川流域(7, 225 km<sup>2</sup>)を対象に、多数の観測地点での長期の気象・水文データを解析してその傾向変動を統計解析し気候変動の影響を明らかにするとともに、流域の水文モデルを開発し、モデル同定を行ってその性能評価を行い、得られたパラメータを用いてモデルの精度を検証した上で、将来の河川流況を予測したものであって、5章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、インドシナ半島メコン川の支流であるセドン川流域の乾季及び雨季の水資源、渇水及び洪水災害の状況を解説し、本研究の背景と目的を述べている。</p> <p>第2章では、セドン川流域内の7か所の降水量、6か所における気温等の気象データを長期にわたって収集し、Mann-Kendall 検定により気象要素の傾向変動（トレンド）解析を行った。気温については1992年から2012年の期間の年最大日最高気温、年最大日最低気温の傾向変動を分析した結果、前者については5か所で低下傾向、1か所で上昇傾向があること、後者については6か所すべてにおいて上昇傾向があることを示している。降水量については、1960年から2013年の期間の年降水量、年最大日降水量、雨季の総雨量、乾季の総雨量を調べた。年降水量と雨季総降水量は、中西部の6か所で似たようなトレンドを示したが、北東部の1か所においては前者が減少、後者が増加という異なる傾向となった。</p> <p>第3章では、汎用型的水文モデルとして土壌・水評価ツール（SWAT）モデルを取り上げ、30 m 空間分解能の数値地形情報、5万分の1縮尺の土地利用図、土壌分布図、流域内7地点の1990年～2009年の気象データ（日降水量、最高・最低気温、風速、日射量、相対湿度）を入力条件として用い、Souvannakhili 地点の河川流量により SWAT モデルの同定と検証を行っている。流域を17の部分流域に分け、流域ごとに12の水文モデル定数をSUFI-2と呼ばれる最適化アルゴリズムにより感度分析を行って、決定係数R<sup>2</sup>を目的関数として最適定数を求めている。観測された日流量と計算された流量とを比較して、モデルの性能を同定期間（1993年～2000年）と検証期間（2001年～2008年）それぞれについて、決定係数R<sup>2</sup>、Nash-Sutcliffe 効率係数（NSE）により評価した。日流量解析におけるNSEの値は、各期間においてそれぞれ0.82と0.73、月流量解析では0.93と0.91となり、優れた解析精度を実現できることを示した。また、部分集中化の大きさやその集約の仕方について様々試行したうえで、同流域では230の水文学的代表的ユニット（HRU）分割が適すること示した。</p> <p>第4章では、前章で同定された SWAT モデルを用い、洪水管理軽減計画（FMMP）及びメコン川流域委員会（MRC）が設定している地球物理流体力学研究所（GFDL）、米国航空宇宙局ゴダード宇宙科学研究所（NASA/GISS）及びピエール・シモン・ラプラス研究所（IPSL）の全球気候モデルによる3つの気候変動シナリオを入力条件として、2030年の河川流況の将来予測を行っている。シミュレーションの結果、2月から3月の乾季の流出量が減少し、雨季の終わりの出水期の流出量が増加するという予測を得ている。ラオスの当該地域では南西からのモンスーンの影響によって雨季の雨がもたらされており、その影響が強まることを示唆している。MRC の気候変動シナリオは、上記の気候モデル出力に基づいており、シナリオ毎に月流量の変化量も異なる。本論文で、各シナリオに基づく予測結果を定量的に示し、セドン川流域の将来の洪水・水資源管理において有益な情報を提供している。</p> <p>第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、ラオス国のセドン川流域を対象に、気候変動が流域水循環に及ぼす影響を分析している。1960 年から 2013 年までの長期観測データ(降水・気温・湿度・日射)を収集し、トレンド解析を実施したうえで、土壌・水評価ツール (SWAT) モデルを用いて長期連続の水文シミュレーションを実施している。さらに、同定した水文モデルを用いて、メコン川流域委員会(MRC)が提唱する 2030 年前後の気候変動の予測結果を参照し、セドン川流域の洪水・渇水流量変化を予測している。本論で得られた成果は以下のようにまとめられる。

1. 1960 年から 2013 年までに流域内の 7 地点で観測された降水量データを用いて年降水量、雨季降水量、乾季降水量について Mann-Kendall 検定を行った結果、流域中央部の山河地域(LaoNgam 地点)において、1%の有意水準で年降水量の減少傾向が確認された。また乾季の降水量に着目すると、その傾向はより顕著なものであり、同じく上流の Saravan 地点でも同様の減少傾向が確認された。一方、流域西側の下流部では、統計的に有意ではないものの、年降水量と年最大日降水量の増加傾向が確認された。
2. セドン川流域を対象に、SWAT モデルを適用して長期連続の水文シミュレーションを実施した結果、1993 年から 2000 年までのパラメータ同定期間で Nash 指標 0.82、2001 年から 2008 年の検証期間で 0.71 という日降水量の再現性を得た。また日流量を月単位に集約して上記の指標を再計算すると、Nash 指標はそれぞれ同定期間で 0.93、検証期間で 0.86 となり、特に月単位の河川流出量を検討するうえで有効な水文モデルを構築できた。また SWAT モデルの適用においては、SUFI と呼ばれるパラメータ最適化手法を応用し、部分集中化の大きさやその集約の仕方について様々試行したうえで、同流域では 230 の水文学的代表的ユニット (HRU) 分割が適することを示した。
3. 同定した SWAT モデルを用いて、メコン川流域委員会 (MRC) が提唱する 2030 年頃までの降水量・気温変化シナリオをもとに河川流出量を予測した結果、2 月から 3 月の乾季の流出量が減少し、雨季の終わりの出水期の流出量が増加するという予測結果を得た。ラオスの当該地域では南西からのモンスーンの影響によって雨季の雨がもたらされており、その影響が強まることを示唆している。MRC の提唱シナリオは、NASA など世界の 3 つの機関が予測した GCM 出力に基づいており、シナリオ毎に月流量の変化量も異なる。本論は各シナリオに基づく予測結果を定量的に示しており、この予測結果はセドン川流域における将来の洪水・水資源管理において有益な情報を提供している。

以上のように、本論文は、ラオス国セドン川流域における多数の観測地点での長期の気象・水文データを解析してその傾向変動を統計解析し気候変動の影響を明らかにするとともに、流域の水文モデルを開発し、モデル同定を行ってその性能評価を行い、得られたパラメータを用いてモデルの精度を検証した上で、将来の河川流況を予測したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 27 年 12 月 12 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。